

## **Verfahren zur Einrichtung einer Bewegung eines Handhabungsgeräts und Bildverarbeitung**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einrichtung einer Bewegung eines Handhabungsgeräts mit insbesondere mehreren beweglichen Achsen und einer Steuereinheit, wobei Position, Zeit und Geschwindigkeit für jede Achse vorgegeben werden kann. Vorteilhafterweise sind Bewegungsfreiheiten um mindestens drei Achsen möglich, um eine freie Anordnung im Raum zu ermöglichen.

10 Wenn nur eine Bewegung in einer Ebene gewünscht wird, sind auch Verstellmöglichkeiten um zwei Achsen ausreichend. Je nach Aufgabe des Handhabungsgeräts können aber auch mehr Achsen vorgesehen sein, die durch entsprechende Stellglieder verstellbar sind. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Bildverarbeitung.

15

Bei dem Handhabungsgerät kann es sich bspw. um einen Roboter handeln, wobei als Roboter ganz allgemein eine Vorrichtung zu verstehen ist, welche automatisiert Bewegungs- und/oder Arbeitsabläufe durchführen kann. Dazu weist der Roboter eine Steuerung auf, welche Stellbefehle an Stellglieder des

20 Roboters ausgibt, damit diese die ihnen vorgegebenen Bewegungen ausführen. Um einen koordinierten Bewegungsablauf zu erhalten, ist es notwendig, dem Handhabungsgerät einen bestimmten Bewegungsablauf vorzugeben.

25

Dies geschieht bei bekannten Robotern bzw. Handhabungsgeräten dadurch, dass in der Steuerung ein Programm abläuft, in dem der Bewegungsablauf des Handhabungsgeräts von vorne herein fest einprogrammiert ist. Derartige Handhabungsgeräte finden bspw. bei der Montage von Gegenständen Verwendung, in denen die Handhabungsgeräte immer wieder identische Bewegungsabläufe durchführen.

- 2 -

Ferner ist eine Steuerung für ein Handhabungsgerät bekannt, die einen Bewegungsablauf anhand von Konstruktionsdaten, bspw. CAD-Daten, eines Objektes ermitteln kann. In diesem Fall kann die Bewegung des Handhabungsgeräts sehr präzise auch an dreidimensionale Objekte angepasst werden, ohne dass eine  
5 aufwendige zusätzliche Vermessung der Objekte und eine Eingabe der entsprechenden Bewegungskordinaten in das Computerprogramm notwendig wird.

Bei den bisher bekannten Verfahren zur Einrichtung einer Bewegung eines Handhabungsgeräts, bspw. einer Roboterbewegung, besteht jedoch der Nach-  
10 teil, dass die Bewegungsabläufe bzw. die Konstruktionsdaten eines Gegenstands vorher genau definiert und abgespeichert werden müssen. Um die Bewegung des Gegenstandes bspw. auf einem Förderband berücksichtigen zu können, kann die Bewegung des Förderbandes durch entsprechende Bewegungssensoren mit erfasst werden. Dies ist vergleichsweise aufwendig und führt dazu,  
15 dass das System nicht flexibel auf selbst bewegte Objekte oder unerwartete Vorfälle reagieren kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine einfache Möglichkeit zur Einrichtung der Bewegung eines Handhabungsgerätes vorzuschlagen, mit der  
20 der Bewegungsablauf des Handhabungsgeräts flexibel bspw. an die Bewegung eines zu bearbeitenden Objekts angepasst oder selbsttätig, d.h. ohne Eingriff von außen, geändert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Einrichtung der Bewegung eines  
25 Handhabungsgeräts, bspw. eines Roboters, mit mindestens einem mittels einer Steuerung um eine oder mehrere Achsen bewegbaren Stellglied gelöst, bei dem

a) der Steuerung des Handhabungsgeräts oder einer Bildverarbeitung ein optisch erkennbares Objekt und ein auf das Objekt bezogener Bewegungsab-  
30 lauf vorgegeben wird,

– 3 –

b) der Bewegungs- und/oder Arbeitsbereich eines Handhabungsgeräts mit mindestens einer Kamera aufgenommen wird,

5 c) das aufgenommene Bild mit einer Bildverarbeitung derart ausgewertet wird, dass das vorgegebene Objekt erkannt und dessen Position und/oder Bewegungszustand insbesondere relativ zu dem Handhabungsgerät bestimmt wird,

10 d) die Steuerung oder die Bildverarbeitung aus der Position und/oder dem Bewegungszustand des erkannten Objekts und dem auf das Objekt bezogenen Bewegungsablauf einen Steuerbefehl für ein oder mehrere Stellglieder des Handhabungsgeräts berechnet,

15 e) die Steuerung entsprechend dem Steuerbefehl einen Stellbefehl insbesondere an jedes zu bewegende Stellglied ausgibt, und

f) die Verfahrensschritte b) bis e) erneut durchgeführt werden, insbesondere bis die Steuerung einen Stopp-Befehl erhält.

20

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es daher möglich, für ein optisch erkennbares Objekt abstrakt einen bestimmten Bewegungsablauf insbesondere relativ zum Objekt vorzugeben, der dann von der Steuerung des Handhabungsgeräts, insbesondere einem Computer, automatisch abgearbeitet wird. Das  
25 optisch erkennbare Objekt wird durch eine Konstellation von optisch erkennbaren und durch eine Bildverarbeitung identifizierbaren Merkmalen definiert, bspw. geometrische Anordnungen, bestimmte Kontraste und/oder sonstiger zur Erkennung geeigneter Merkmale. Dadurch ist es möglich, den Regelkreis zwischen dem insbesondere bewegten Objekt und dem Handhabungsgerät visuell,  
30 d.h. durch eine entsprechende Bildverarbeitung, zu schließen und einem be-

- 4 -

wegten Objekt mit dem Handhabungsgerät zu folgen, ohne dass der Bewegungsablauf vorher bekannt sein und in die Steuerung des Handhabungsgerätes einprogrammiert werden muss.

- 5 Bezogen auf ein solches optisch erkennbares Objekt kann also in abstrakter Weise ein bestimmter Bewegungsablauf vorgegeben werden. Insbesondere ist es auch möglich, den Bewegungsablauf für das Handhabungsgerät relativ zu einem selbst bewegten Objekt vorzugeben, d.h. insbesondere im Ruhesystem des Objekts, um bestimmte Aufgaben daran durchzuführen. Die Vorgabe des
- 10 Bewegungsablaufs kann bspw. darin bestehen, ein bestimmtes Objekt, welches in definierter oder unvorhersehbarer (chaotischer) Weise bewegt wird, durch die Bewegung des Handhabungsgeräts zu verfolgen. Ferner ist es möglich, bspw. eine Kante oder Fuge durch Vorgabe eines bestimmten Kontrastwertes zu erkennen und einen Roboter entlang dieser Fuge oder Kante zu führen. Diese
- 15 Vorgabe ist abstrakt und muss nicht durch bestimmte Positionsdaten des Objektes ergänzt werden, weil die Position des in dem aufgenommenen Bild erkannten Objekts relativ zu dem Handhabungsgerät immer wieder neu durch die Bildverarbeitung bestimmt wird. Damit können auch chaotische Bewegungen eines beliebigen Objekts oder unbekannte Objekte durch die Steuerung des
- 20 Handhabungsgeräts schnell und flexibel erfasst werden.

- Aus der relativen Position und/oder dem Bewegungszustand des Objekts und dem abstrakt vorgegebenen Bewegungsbefehl relativ zu dem Objekt errechnet die Steuerung oder Bildverarbeitung dann einen Steuerbefehl für ein oder meh-
- 25 rere Stellglieder des Handhabungsgeräts, damit der abstrakte Bewegungsbefehl durch entsprechende Stellbefehle an jedes Stellglied tatsächlich in eine Bewegung des Handhabungsgeräts umgesetzt werden kann. Der Stellbefehl führt zu einer Bewegung des Handhabungsgeräts, durch den in der Regel entweder die relative Position zwischen dem Objekt und dem Handhabungsgerät verändert
- 30 wird oder das Handhabungsgerät in gleichbleibender Relativposition dem be-

- 5 -

wegten Objekt folgt. Eine neue Relativposition, bspw. aufgrund einer Bewegung des Objekts, wird entsprechend den vorbeschriebenen Verfahrensschritten erneut erfasst und in einen neuen Steuerbefehl umgesetzt.

- 5 Diese Art der Einrichtung einer Bewegung eines Handhabungsgeräts ist für den Anwender besonders einfach, weil er sich nicht mit dem Steuerprogramm des Handhabungsgeräts oder der Vorgabe bestimmter anzufahrender Positionen beschäftigen muss. Er kann das Handhabungsgerät lediglich durch die Vorgabe eines durch eine Bildverarbeitung erkennbaren Objekts und einer in Relation zu  
10 diesem Objekt abstrakt festgelegten Bewegung einsetzen. Damit ist der Roboter bspw. in der Lage, eine beliebig lange und beliebig geformte Nut selbsttätig zu verfolgen, ohne dass Positionsangaben dieser Nut eingegeben werden bzw. bekannt sein müssen. Dies führt auch zu einer hohen Flexibilität des Bewegungsablaufes, da der Roboter eigenständig auch neuen Formen eines Objek-  
15 tes, bspw. einer unvorhergesehenen Abweichung im Verlauf der Nut oder dgl., oder einer nicht vorhersehbaren Eigenbewegung des Objektes folgen kann.

Eine einfache Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht eine Bildverarbeitung vor, die zusätzlich zu dem Erkennen des Objekts auch die Berechnung der Relativpositionen und/oder -bewegung zwischen Objekt und Handhabungsgerät vornimmt und entsprechende Informationen als Steuerbefehle an die Steuerung des Handhabungsgeräts weitergibt. Dann kann eine herkömmliche Steuerung für Handhabungsgeräte oder Roboter verwendet werden, die für den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht angepasst zu werden  
20 braucht. Das visuelle Schießen des Regelkreises erfolgt in diesem Fall also durch die Bildverarbeitung selbst.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Objekt selbst bewegt, wobei bei der Ermittlung des Bewegungszustands des  
30 Objekts dessen Ort und Geschwindigkeit erfasst werden. Insbesondere ist es

sinnvoll, Ort und Geschwindigkeit des Objekts relativ zu dem Handhabungsgerät zu bestimmen, so dass diese Relativbewegung besonders einfach bei dem durchzuführenden Bewegungsablauf, welcher abstrakt in Bezug auf das Objekt bspw. in dessen Ruhekoordinatensystem vorgegeben ist, berücksichtigt werden kann.

Dann ist es besonders einfach, die Bewegung des Objektes und die Bewegung des Handhabungsgeräts zu überlagern. Dies geschieht mit einer entsprechend angepassten Bildverarbeitung vorzugsweise in Echtzeit. Bei dieser Verfahrensvariante wird also die Objektbewegung bestimmt und mit einer bekannten oder aufgrund der Bildverarbeitung ermittelten Bewegung des Handhabungsgeräts überlagert. Dadurch wird es auch möglich, durch das Handhabungsgerät Arbeiten am bewegten Objekt auszuführen, wobei die Bewegung des Objekts und/oder die Bewegung des Handhabungsgeräts vorher nicht vorgegeben sein müssen. Es ist jedoch auch möglich, dass der Bewegungsablauf des Handhabungsgeräts bspw. relativ zu dem Objekt in einem Programm der Steuerung vorgegeben ist.

Das Verfahren kann auch für die einfache Programmierung eines Handhabungsgeräts zur Einrichtung einer Bewegung des Handhabungsgeräts bzw. Roboters verwendet werden, insbesondere wenn das Handhabungsgerät immer wieder dieselben Bewegungen ausführen soll. In diesem Fall wird der Bewegungsablauf als Folge von während der Ausführung der Bewegung ermittelten Steuerbefehlen insbesondere mit entsprechenden Zeitinformationen gespeichert. Dann kann die Bewegung des Handhabungsgeräts besonders einfach auf Grundlage dieser gespeicherten Folge von Steuerbefehlen in der gewünschten Abfolge und zu der vorgegebenen Zeit erfolgen. Das Abspeichern der Steuerbefehle insbesondere in ihrer zeitlichen Abfolge entspricht also der Erstellung eines Programms eines Handhabungsgeräts zur Steuerung der dessen Bewegung, ist jedoch wesentlich einfacher zu handhaben als die Vorgabe bestimmter

- 7 -

Positionen oder das Einlesen von CAD-Daten, aufgrund derer die Bewegung dann berechnet wird.

5 Erfindungsgemäß ist es auch möglich, mehrere verschiedene Bewegungsabläufe als jeweils eine Folge von Steuerbefehlen abzuspeichern, die je nach Anwendungsfall beliebig ausgewählt werden können.

10 Dabei kann die Auswahl eines Steuerbefehls oder einer Folge von Steuerbefehlen auch von der Art, der Position und/oder dem Bewegungszustand des erkannten Objektes abhängen. Dieses Merkmal kann bspw. dazu verwendet werden, das Ende eines Bewegungsablaufs festzustellen, wenn eine bestimmte Konstellation optischer Merkmale ein bestimmtes Objekt erkennen lässt. Außer-

15 dem ist es dadurch möglich, bspw. bei einer Qualitätskontrolle abhängig von einem bekannten Fehler selbsttätig verschiedene Bewegungsabläufe eines Handhabungsgeräts durchführen zu lassen, um fehlerabhängige Korrekturen anzubringen.

20 In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Bewegung des Handhabungsgeräts anhand der aufgenommenen Bilder kontrolliert. Insbesondere wenn die Bewegung des Handhabungsgeräts auf Grundlage einer gespeicherten Folge von Steuerbefehlen erfolgt, kann dadurch einfach überprüft werden, ob die Bedingungen für die Durchführung der gespeicherten Folge von Steuerbefehlen noch vorliegen, bspw. ob dem beweg-

25 terten Objekt richtig gefolgt wurde. Wenn dies nicht der Fall ist, kann der Bewegungsablauf sofort gestoppt werden, bspw. um Schäden an dem Objekt zu vermeiden.

Zusätzlich ist es erfindungsgemäß möglich, dem auf das Objekt bezogenen Bewegungsablauf von dem Handhabungsgerät während der Bewegung auszu-

30 führende Aufgaben zuzuordnen. Die Art der Aufgabe kann dabei jede Tätigkeit

- 8 -

sein, die durch ein handhabungsgerät-gesteuertes Werkzeug durchgeführt werden kann. Dies können bspw. Schweißarbeiten, das Abdichten einer Fuge, das Verfolgen von bewegten Gegenständen oder sonstige Aufgaben sein.

- 5      Dabei können die Aufgaben sowohl während des Abarbeitens einer gespeicherten Folge von Steuerbefehlen im Rahmen einer programmgesteuerten Handhabungsgerät-Bewegung als auch bei der Bewegung eines Handhabungsgeräts aufgrund der jeweils aktuell erkannten Bilddaten durchgeführt werden.
- 10     Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Bildverarbeitung und die Berechnung des Steuerbefehls in Echtzeit erfolgt, um auch bei bewegten Objekten bestimmte Aufgaben durchführen zu können und eine zügige Bewegung des Handhabungsgeräts zu ermöglichen. In diesem Fall kann häufig auf eine Programmierung des Handhabungsgeräts oder die Abspeicherung einer Folge von Steuer-
- 15     befehlen verzichtet werden, weil das Objekt und/oder dessen Bewegung in Echtzeit erkannt wird und somit auch die Ermittlung der Steuerbefehle in Echtzeit erfolgen kann. Dadurch können vorhandene Handhabungsgeräte sehr flexibel für die verschiedensten Aufgaben eingesetzt werden. Die Verarbeitung der aufgenommenen Bilder in Echtzeit ermöglicht es insbesondere, Manipulati-
- 20     onen an bewegten Objekten durchzuführen, bei denen sowohl der Bewegungsablauf für die Manipulationen als auch die Bewegung des Objekts in Echtzeit ohne vorherige feste Programmierung durchgeführt wird. Wenn die zeitliche Abfolge der durchzuführenden Manipulationen bzw. Aufgaben oder Arbeiten bereits bekannt ist, wird nur die Bewegung des Objekts in Echtzeit erfasst und
- 25     mit der Bewegung des Handhabungsgeräts überlagert.

Die Bildaufnahme kann erfindungsgemäß durch eine stationäre oder eine mit dem Handhabungsgerät mitbewegte Kamera erfolgen. Die stationäre Kameraeinheit hat den gesamten Arbeits- und Bewegungsbereich des Handhabungsgeräts im Blick und kann daher auch unvorhergesehene Ereignisse besonders gut

30



erfassen, bspw. chaotische Bewegungen des zu verfolgenden Objektes. Die mit der Bewegung des Handhabungsgeräts mitgeführte Kameraeinheit kann dagegen auf einen speziellen Arbeitsbereich fokussiert werden und bietet gegenüber der stationären Kameraeinheit eine höhere optische Auflösung.

5

Besonders vorteilhaft ist daher auch die Kombination einer stationären und einer mitbewegten Kamera, wobei durch die Bildverarbeitung bspw. zwei oder mehrere Bilder gleichzeitig insbesondere auch in Echtzeit ausgewertet werden können, um einen Steuerbefehl zu errechnen. Je nach Aufgabe können auch zwei, drei oder mehr stationäre und/oder bewegte Kameras vorgesehen sein. So kann das Verfahren auch dann eingesetzt werden, wenn Objekte unvorhergesehener Weise aus dem Blickfeld der mitbewegten Kamera fahren oder fallen. Diese Objekte können dann mit der stationären Kamera erfasst und das Handhabungsgerät so geführt werden, dass das Handhabungsgerät dieses Objekt weiter verfolgt.

10

15

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Einrichtung der Bewegung von Handhabungsgeräten wird die Handhabung von Manipulationsgeräten und deren Anpassung an bestimmte Aufgaben und Tätigkeiten also erheblich vereinfacht, weil die in der Regel aufwendige Programmierung eines Handhabungsgeräteprogramms mit einem oder mehreren fest vorgegebenen Bewegungsabläufen entfällt. Dies erhöht die Flexibilität beim Einsatz von Handhabungsgeräten, wie bspw. Robotern.

20

25

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Bildverarbeitung, welche insbesondere zur Durchführung des Verfahrens zur Einrichtung einer Bewegung eines Handhabungsgeräts geeignet ist. Durch die Bildverarbeitung werden ein mittels mindestens einer Kamera aufgenommenes Objekt in einem Bild erkannt, die Position des Objektes räumlich und zeitlich bestimmt und/oder dessen Geschwindigkeit ermittelt, eine Relation der Position und/oder der Geschwindigkeit

30

des Objektes zu der Position und/oder Geschwindigkeit eines Handhabungsgerätes bestimmt und diese Relation an die Steuerung des Handhabungsgerätes bspw. in Form eines Steuerbefehls weitergegeben, um das Handhabungsgerät dem Objekt nachzuführen oder an dem Objekt bestimmte Aufgaben oder Manipulationen durchzuführen. Dies geschieht möglichst in Echtzeit und ermöglicht es, das Handhabungsgerät aufgrund der visuellen Erkenntnisse der Bildverarbeitung zu steuern.

Die dafür benötigte Relation zwischen Objekt und Handhabungsgerät kann aus der Differenz zwischen den Positionen und/oder Geschwindigkeiten von Objekt und Handhabungsgerät gebildet werden, insbesondere in Form eines Abweichungsvektors und/oder eines Relativgeschwindigkeitsvektors, welcher dann der Steuerung zugeführt wird. Dabei kann die Differenz der Steuerung unmittelbar zugeführt werden, welche aus der Differenz die entsprechenden Steuerbefehle erzeugt. In einer alternativen Ausgestaltung kann die Bildverarbeitung die festgestellten Differenzen in Steuerbefehle umwandeln, welche der Steuerung zugeführt werden, die dann nur noch die konkreten Stellbefehle für die Stellglieder des Handhabungsgeräts erzeugt.

Um einen Bewegungsablauf aufzuzeichnen, können die oder mehrere Kamera(s) über dem Objekt positioniert und bei einer Bewegung des Objekts nachgeführt, die Kamerabewegung aufgezeichnet und diese Aufzeichnung in Bewegungsinformationen für das Handhabungsgerät umgerechnet werden. Auf diese Weise kann ein Bewegungsprogramm für ein Handhabungsgerät besonders einfach erzeugt werden, indem ein durch die Bildverarbeitung erfasstes Objekt bei dessen Bewegung an die verschiedenen Positionen kopiert wird. Dabei enthalten die Bewegungsinformationen vorzugsweise zeitliche, räumliche und/oder Geschwindigkeitsinformationen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines Beispiels und der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von der Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbezügen.

Es zeigen:

- 10      Fig. 1            schematisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Einrichtung der Bewegung eines Handhabungsgerätes bei einem ruhenden Objekt und
- 15                      Fig. 2            schematisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Einrichtung der Bewegung eines Handhabungsgerätes bei einem bewegten Objekt.

Fig. 1 zeigt als Handhabungsgerät einen Roboter 1 mit mehreren, um verschiedene Achsen bewegbaren Stellgliedern 2, an denen als bewegter Sensor eine Kamera 3 angeordnet ist. Zusätzlich zu der Kamera 3 können an dem Roboter 1 auch beliebige Werkzeuge angebracht sein, die in Fig. 1 jedoch nicht dargestellt sind.

Das Bildfeld 4 der mitbewegten Kamera 3 ist auf das Objekt 5 ausgerichtet. In einer Steuerung 6, die in dem dargestellten Beispiel unmittelbar an dem Roboter 1 angeordnet ist, jedoch ohne weiteres auch separat von diesem in einer Recheneinheit ausgebildet sein kann, und/oder einer in derselben oder einer separaten Recheneinheit hinterlegten Bildverarbeitung sind Erkennungsmerkmale für das Objekt 5 und ein auf das Objekt 5 bezogener Bewegungsablauf 7 vorgegeben.

In dem dargestellten Beispiel soll der Roboter 1 der Kante 8 des Objektes 5 folgen, um die Kante 8 bspw. auf Fehlstellen zu überprüfen oder mittels eines nicht dargestellten Werkzeugs Arbeiten an der Kante 8 durchzuführen. Dazu sind der Bildverarbeitung der Kamera 3 Merkmale zum Erkennen der Kante vorgegeben, bspw. ein typischer Kontrastverlauf im Bereich der Kante 8. Mit der Kamera 3 werden der Bewegungs- bzw. Arbeitsbereich des Roboters 1 aufgenommen und das aufgenommene Bild mit der Bildverarbeitung ausgewertet. Dabei werden das Objekt 5 identifiziert, dessen Position relativ zu dem Roboter 1 bestimmt und auch die Kante 8 erkannt, welcher das Handhabungsgerät auf Basis des abstrakt vorgegebenen Bewegungsablauf 7 folgen soll.

Aufgrund der bekannten Relativposition zwischen Kamera 3 bzw. Roboter 1 und der Kante 8 des Objektes 5 kann die Steuerung 6 bzw. die Bildverarbeitung einen Steuerbefehl für die Stellglieder 2 des Roboters 1 berechnen und als Stellbefehl entsprechend an jedes Stellglied 2 ausgeben, so dass das Handhabungsgerät 1 der Kante 8 des Objektes 5 folgt, ohne dass der Bewegungsablauf durch Vorgaben von Koordinaten in der Steuerung 6 fest einprogrammiert sein muss. Dazu nimmt die Kamera 3 nach jeder erfolgten Bewegung des Roboters 1 erneut ein Bild des Objektes 5 auf und wiederholt die vorbeschriebenen Verfahrensschritte. Dadurch ist es möglich, einen abstrakten, auf das Objekt 5 bzw. bestimmte visuelle Merkmale des Objekts 5 bezogenen Bewegungsablauf 7 vorzugeben, dem der Roboter 1 selbsttätig folgt.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn das vorbeschriebene Verfahren durch eine Bildverarbeitung der Kamera 3 realisiert wird, welche die entsprechenden Steuerbefehle bspw. in Form von Bewegungskordinaten an die Steuerung 6 des Roboters 1 überträgt, um dort nur noch die jeweiligen Stellbefehle an die Stellglieder 2 zu generieren. In diesem Fall können herkömmliche Roboter 1 oder andere Handhabungsgeräte mit herkömmlichen Steuerungen 6 verwendet

werden, so dass das erfindungsgemäße Verfahren einfach durch eine entsprechende Bildverarbeitung implementiert werden kann.

5 Zusätzlich zu der mitbewegten Kamera 3 kann auch eine stationäre Kamera 9 vorgesehen sein, die ein größeres Bildfeld 4 aufweist als die mitbewegte Kamera 3 und dazu dient, das Objekt 5 im Überblick zu erfassen. Vorzugsweise ist auch die Kamera 9 mit der Bildverarbeitung der Kamera 3 und/oder der Steuerung 6 des Roboters 1 verbunden.

10 Das Vorsehen einer stationären Kamera 9 ist besonders sinnvoll, wenn das Objekt 5, wie in Fig. 2 dargestellt, selbst bewegt ist. Die Bewegungsrichtung 10 des Objektes 5 wird in Fig. 2 durch Pfeile angezeigt. Die stationäre Kamera 9 dient einer ersten Orientierung des Objektes 5 relativ zu dem Roboter 1. Aufgrund des größeren Bildfeldes 4 der stationären Kamera 9 im Vergleich zu der  
15 an dem Roboter 1 angebrachten Kamera 3 ist es einfacher, das Objekt 5 zu finden, zu identifizieren und unvorhergesehene Bewegung des Objektes 5, bspw. ein Verrutschen auf einem Transportband, schnell und zu zuverlässig zu erfassen. Die genaue Identifikation bestimmter Merkmale des Objektes 5 kann dann mit der mitbewegten Kamera 3 erfolgen.

20 In dieser Verfahrensvariante wird nicht nur die Position des Objektes 5, sondern auch dessen Bewegungszustand relativ zu dem Roboter 1 bestimmt. Aufgrund dieser Informationen ist es möglich, das Handhabungsgerät 1 entsprechend dem vorgegebenen Bewegungsablauf 7 entlang der Kante 8 des Objektes 5 zu  
25 führen, wobei die Steuerung 6 für die Stellbefehle der Stellglieder 2 von vornherein die Bewegung des Objektes 5 mit berücksichtigt.

Mit dem Verfahren und der Bildverarbeitung ist es also einfach möglich, die Bewegung eines Handhabungsgerätes 1 in Bezug auf ein Objekt 5 einzurichten,  
30 ohne dass dem Handhabungsgerät genaue Bewegungskordinaten vorgegeben

– 14 –

werden müssen, da das Objekt 5 visuell erkannt wird. Daher ist es möglich, aufgrund einer Auswertung des Bildes die Bewegung des Roboters 1 flexibel und schnell zu steuern und anzupassen.

**Bezugszeichenliste:**

|    |    |                               |
|----|----|-------------------------------|
| 5  | 1  | Handhabungsgerät, Roboter     |
|    | 2  | Stellglied                    |
|    | 3  | Kamera                        |
|    | 4  | Bildfeld                      |
|    | 5  | Objekt                        |
| 10 | 6  | Steuerung, Bildverarbeitung   |
|    | 7  | Bewegungsablauf               |
|    | 8  | Kante                         |
|    | 9  | Kamera                        |
|    | 10 | Bewegungsrichtung des Objekts |
| 15 |    |                               |

**Patentansprüche:**

5      1.      Verfahren zur Einrichtung der Bewegung eines Handhabungsgeräts (1) mit mindestens einem mittels einer Steuerung (6) um eine oder mehrere Achsen bewegbaren Stellglied (2), bei dem

10      a) der Steuerung (6) des Handhabungsgeräts (1) oder einer Bildverarbeitung ein optisch erkennbares Objekt (5) und ein auf das Objekt (5) bezogener Bewegungsablauf (7) vorgegeben wird,

15      b) der Bewegungs- und/oder Arbeitsbereich des Handhabungsgeräts (1) mit einer Kamera (3, 9) aufgenommen wird,

20      c) das aufgenommene Bild mit einer Bildverarbeitung derart ausgewertet wird, dass das vorgegebene Objekt (5) erkannt und dessen Position und/oder Bewegungszustand insbesondere relativ zu dem Handhabungsgerät (1) bestimmt wird,

25      d) die Steuerung (6) oder die Bildverarbeitung aus der Position und/oder dem Bewegungszustand des erkannten Objekts (5) und dem auf das Objekt (5) bezogenen Bewegungsablauf (7) einen Steuerbefehl für ein oder mehrere Stellglieder (2) des Handhabungsgeräts (1) berechnet,

30      e) die Steuerung (6) entsprechend dem Steuerbefehl einen Stellbefehl an jedes zu bewegendes Stellglied (2) ausgibt, und

30      f) erneut die Verfahrensschritte b) bis e) durchgeführt werden.



- 17 -

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objekt (5) selbst bewegt ist und bei der Ermittlung des Bewegungszustands des Objekts (5) dessen Ort und Geschwindigkeit erfasst werden.

5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Objektes (5) und die Bewegung des Handhabungsgeräts (1) überlagert werden.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bewegungsablauf (7) als Folge von während der Ausführung der Bewegung des Handhabungsgeräts (1) ermittelten Steuerbefehlen gespeichert wird.

15 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Handhabungsgeräts (1) auf Grundlage einer gespeicherten Folge von Steuerbefehlen erfolgt.

20 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere verschiedene Bewegungsabläufe (7) als jeweils eine Folge von Steuerbefehlen abspeicherbar sind.

25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswahl eines Steuerbefehls oder einer Folge von Steuerbefehlen von der Art, der Position und/oder dem Bewegungszustand des erkannten Objekts (5) abhängt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Handhabungsgeräts (1) anhand der aufgenommenen Bilder kontrolliert wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem auf das Objekt (5) bezogenen Bewegungsablauf (7) von dem Handhabungsgerät (1) auszuführende Aufgaben zugeordnet sind.

5 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildverarbeitung und/oder die Berechnung eines Steuerbefehls in Echtzeit erfolgt.

10 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildaufnahme durch eine stationäre und/oder eine mit dem Handhabungsgerät mitbewegte Kamera (9, 3) erfolgt.

15 12. Bildverarbeitung, insbesondere für ein Verfahren zur Einrichtung der Bewegung eines Handhabungsgeräts (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der ein mittels mindestens einer Kamera (3, 9) aufgenommenes Objekt (5) in einem Bild erkannt wird, die Position des Objektes (5) räumlich und zeitlich bestimmt und/oder dessen Geschwindigkeit ermittelt wird, eine Relation der Position und/oder der Geschwindigkeit des Objektes (5) zu der Position und/oder Geschwindigkeit eines Handhabungsgerätes (1) bestimmt wird und  
20 diese Relation an die Steuerung (6) des Handhabungsgerätes insbesondere zur Ausführung eines auf das Objekt (5) bezogenen Bewegungsablaufs (7) weitergegeben wird.

25 13. Bildverarbeitung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relation aus der Differenz zwischen den Positionen von Objekt (5) und Handhabungsgerät (1) gebildet wird, insbesondere in Form eines Abweichungsvektors.

30 14. Bildverarbeitung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relation aus der Differenz zwischen den Geschwindigkeiten von Objekt

– 19 –

(5) und Handhabungsgerät (1) gebildet wird, insbesondere in Form eines Relativgeschwindigkeitsvektors.

- 5      15. Bildverarbeitung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (3, 9) über dem Objekt (5) positioniert und bei einer Bewegung des Objekts (5) nachgeführt, die Kamerabewegung aufgezeichnet und diese Aufzeichnung in Bewegungsinformationen für das Handhabungsgerät (1) umgerechnet werden.
- 10      16. Bildverarbeitung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass Bewegungsinformationen zeitliche, räumliche und/oder Geschwindigkeitsinformationen enthalten.

Fig.1

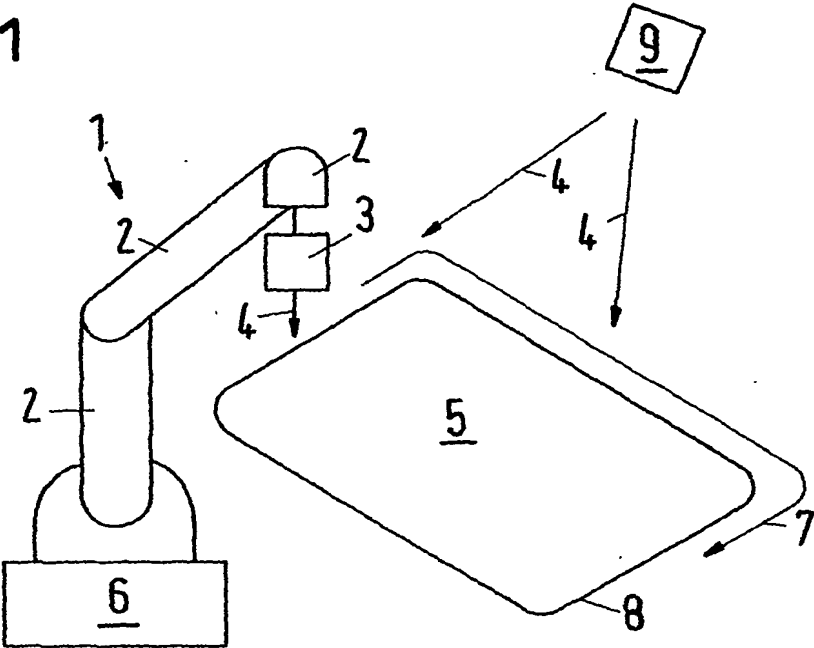


Fig.2

